逆行性脳灌流における体外循環回路の工夫

遠藤久美子 浜松貴浩 長澤洋一

要旨 当院では胸部大動脈手術の体外循環法として、25℃以下超低体温循環停止下にて逆行性脳灌流 (RCP) を選択している。循環再開時に大動脈末梢側の Air 抜きが必須となるが、その方法には、大腿動脈を送血部位に使用している施設であれば、大腿動脈より逆行性にオーバーフローさせるなど様々な方法があるが、問題点も多々指摘されている。その中で我々は RCP を灌流させたまま、送血回路を利用して人工血管より大動脈末梢側の Air 抜きを行う方法を選択した。しかし、以前使用していた回路では RCP と送血回路の同時送血が不可能であったため、回路に改良を加え、RCP 回路を独立させ、同時送血を可能とした。

索引用語：逆行性脳灌流、循環停止、大動脈末梢側 Air 抜き、同時送血

A new method of an extracorporeal circulation circuit for Retrograde cerebral perfusion.

Kumiko Endoh, Takahiro Hamamatsu, Yoichi Nagasawa

Key words : Retrograde cerebral perfusion, circulatory arrest, a removal of air from distal aorta, simultaneous

[J Extra-Corporeal Technology 34(2) : 128-131, 2007]

I. 緒言

胸骨正中切開の胸部大動脈手術において、手術手技や体外循環法は各施設の状況により様々であるが、我々の施設では、上行および部分弓部大動脈人工血管置換術 (以下、HAR) を行う際、直腸温 25℃かつ鼓膜温 20℃を条件に循環停止とし、逆行性脳灌流 (以下、RCP) を選択している。また、弓部大動脈人工血管置換術 (以下、TAR) を行う際には、同じく直腸温 25℃にて循環停止とし、RCP と選択的脳灌流 (以下、SCP) を併用して行っている。循環再開後の再循環は、HAR の場合は大動脈遠位側吻合後、TAR の場合には大動脈遠位側、左総頸動脈、腕頭動脈の吻合後に行われる。再循環を開始する際、大動脈末梢側の Air 抜きが必須となるが¹⁻³⁾、当院では腕頭動脈および左総頸動脈より逆流してくる RCP の血液で大動脈末梢側を満たしていた。しかし、RCP の灌流量には限界があり、Air 抜きに時間を要していた。2003 年 7 月に大動脈センターが開設され、症例数が急増した (図 1)。更に時間短縮と術者の依頼も踏まえ、循環再開時の Air 抜きを迅速かつ安全に行う目的で、送血回路を利用し、大動脈末梢側 Air 抜きを行おう

としたが、以前使用していた回路では RCP と送血回路の同時送血が不可能であったため、回路を改良するに至った。

II. 体外循環条件

当院での体外循環条件を表 1 に示す。循環停止は直腸温 25℃、かつ鼓膜温を 20℃以下としている。RCP の灌流量は 200mL/min を基本とし、回路内圧 30mmHg を越える場合には灌流量を減少させている。また、SCP は奇形や脳梗塞などの所見がない限り、左総頸動脈と腕頭動脈の 2 本へ送血し、左鎖骨下動脈は遮断している。灌流量は 1 本当たり 4ml/kg/min とし、メインポンプを使用して、術野で 2 又に分け灌流している。

III. 体外循環手順

当院での循環停止中の体外循環手順を図 2 に示す。

図 1 人工心肺症例数

◎石心会川崎幸病院 大動脈センター CE 科

遠藤久美子 (Kumiko Endoh)

Department of Clinical Engineering, Aortic Center, Kawasaki Saiwai Hospital

39-1, Miyako-cho Saiwai-ku, Kawasaki, Kanagawa 212-0016, Japan

表 1 体外循環条件

脱血	上・下大静脈	2本脱血	
送血	上行大動脈 又は心尖部	2.0～2.5ml/min/m ²	全てローラーP
体温	直腸温 鼓膜温	25℃以下 20℃以下	
RCP	上大静脈	200ml/min	回路内圧 ≤30mmHg
SCP	左総頸動脈 腕頭動脈	4ml/kg/min 4ml/kg/min	回路内圧 ≤100mmHg

1. HAR

直腸温 25℃かつ鼓膜温 20℃にて循環停止とし、RCP を開始、大動脈遠位側吻合に移る。吻合後、大動脈末梢側の Air 抜きを行い、人工血管近位側をクランプ、RCP を終了し循環再開となり、復温を開始

	HAR				TAR		
	メイン	RCP	SCP		メイン	RCP	SCP
循環停止	●	●		循環停止	●	●	
				SCPカニュレーション			●
				SCP開始		●	
				左総頸動脈・腕頭動脈			
大動脈遠位側吻合				大動脈遠位側吻合			●
				左総頸動脈吻合			●
				腕頭動脈吻合			●
大動脈末梢側Air抜き	●	●		大動脈末梢側Air抜き	●	●	
人工血管近位側クランプ (循環再開)		●		人工血管近位側クランプ (循環再開)		●	
				左鎖骨下動脈吻合			
大動脈近位側吻合				大動脈近位側吻合			

図 2 体外循環手順

図 3 回路-改良前 (RCP)

図 4 回路-改良前 (SCP)

する。続いて、大動脈近位側を吻合し、吻合後、大動脈遮断解除となる。

2. TAR

HAR と同じく直腸温 25℃かつ鼓膜温 20℃にて循環停止とする。RCP を灌流させながら左総頸動脈および腕頭動脈へ SCP カニュレーションを行い、SCP 開始後に RCP を終了する。このとき、RCP と SCP が一時的に同時送血となる。次に大動脈遠位側を吻合し、続いて左総頸動脈の吻合に移る。左総頸動脈吻合途中で同血管の SCP が終了となる。次に腕頭動脈を吻合するが、吻合途中 SCP を終了し RCP を開始する。腕頭動脈吻合後、大動脈末梢側の Air 抜きを行い、人工血管近位側をクランプ、RCP を終了し循環再開となる。復温を開始し、次に左鎖骨下動脈を吻合、続いて大動脈近位側を吻合し、吻合後、大動脈遮断解除となる。

IV. 体外循環回路

1. 改良前

以前の回路で RCP を行う場合、循環停止とともに送血回路をクランプし、再循環回路を利用して脱血回路から上大静脈へとメインポンプで RCP を灌流していた (図 3)。また、SCP を行う際には、再循環回路より分枝させた回路で専用ローラーポンプにて灌流していた (図 4)。

2. 回路変更

以前の回路では送血回路を使用する際、RCP は止めるのをえなかった (図 5)。しかし循環再開時、大動脈末梢側の Air 抜きを迅速に行うためには RCP と

送血回路への同時送血が好ましく、回路の改良を行った。主な変更点は、RCP 回路を独立させたことである (図 6)。循環停止後、送血回路および脱血回路

の再循環回路と RCP 回路の間をクランプする。RCP 回路は静脈リザーバーより直接専用ローラーポンプを使用し、途中に動脈フィルターを介し脱血回路へ合流させ、上大静脈へと灌流した。また、SCP においては回路を分枝させる場所は以前のまま、専用ローラーポンプを使用せずにメインポンプにて灌流を行った (図 7)。

V. 結 果

RCP 回路を独立させたことにより、循環再開時に RCP と大動脈末梢側の同時送血が可能となった。そのため、大動脈末梢側の Air 抜きを迅速かつ安全に行えるようになった。しかし、RCP の回路構成において、以前の回路ではメインの動脈フィルターを介して送血していたが、今回の回路では静脈リザーバーから直接送血したため RCP 回路に小児用動脈フィルター (図 8) を追加した。そのため回路充填量が以前に比べ 100mL 増加してしまった。

図 5 回路-問題点

図 6 回路-改良後 (同時送血)

図 8 TERUMO 小児用動脈フィルター

図 7 回路-改良後 (SCP)

図 9 RCP 中の回路内再循環

VI. 考 察

RCP 回路を静脈リザーバーから脱血したため、静脈 CDI センサーの PO_2 濃度を確認しながら、酸素化が必要な場合には回路内を再循環させた (図 9)。

しかし、その際に鉗子操作が必須となるので安全性の向上には更なる改良が必要と考えられた。

VII. 結 論

RCP 回路を独立させたことにより循環再開時に RCP と大動脈末梢側への同時送血が可能となり、大動脈末梢側の Air 抜きが迅速かつ安全に行えると考えられた。

●参考文献

- 1) 井野隆史：最新体外循環. 第 2 版，東京，金原出版. 2003. p. 224-232.
- 2) 高本眞一 監：大動脈外科の要点と盲点. 初版，東京，文光堂. 2005. p. 110-126, 219-228.
- 3) 阿部稔雄：最新人工心肺. 初版，愛知，名古屋大学出版会. 2001. p. 174-180.

〔 本論文は、第 32 回日本体外循環技術医学
会大会にて報告した。 〕